應用開放資源設計溫室監控系統之研究

陳俊仁

行政院農委會農業試驗所農業工程組 聘用助理研究員

摘要

隨著消費型態的改變，蔬果不再僅僅是餐桌上裹腹的食物，食的安心與健康逐漸為民眾所重視，衍生而來農民必須去種植符合民眾要求之食物，間接的也促成設施農業得以蓬勃發展，而要生產高品質的蔬果，設施的環境控制是一項關鍵因素，溫室設施的投入不只是單純的硬體設備還包含溫室環境的軟、硬體控制設備，以台灣而言一般生產蔬果多數是以農民為主的產銷班，造價高的監控系統非一般農民所願意負擔，近年來受惠於開放原始碼與自造者運動的興起，以開放的資源去建構溫室監控制系統在技術上已是可行，本文使用目前已經發展成熟的 Arduino、Raspberry PI、感應器建置溫室監控制系統之硬體；以 Open Source 之 Raspbian 為 Raspberry PI 作業系統，運用 Apache、MySQL、PHP 技術建置資料接收與查詢之網站伺服器並整合無線通訊技術開發出一套完整的簡易型溫室環境監控系統，讓管理者以現有之智慧裝置，例如智慧型手機與平板電腦為系統之監控設備以節省成本，提升栽培管理便利性，達到全面推廣目的。

關鍵詞：環境監控、開放資源、使用者介面。

一、前言

開放資源可分為「開源軟體」與「開源硬體」二部分，「開源軟體」已經廣泛被應用在控制系統中，例如Embedded Linux；「開源硬體」則是開放詳細硬體設計，如電路圖、材料清單等，藉由開放資源所帶來的知識共享使得監控系統的設計技術不再只有專業人士擁有，監控系統製造生產的門檻也大大地被降低。本研究使用目前典型開源硬體代表Arduino、Raspiberry PI 作為監控系統硬體設計的基礎；軟體則是以Linux 為架構開發簡易型溫室環境監控系統所需功能，在使用者端方面，使用現有之智慧手機或平板電腦與Raspiberry PI 連線做為監控系統的螢幕以節省成本與提升管理便利性，達到全面推廣目的。

二、材料與方法

簡易型溫室環境監控系統硬體由感應器模組、伺服器模組、使用者介面所組成，分別說明如下：

2.1 感應器模組

感應器模組由微控制器、溫濕度感應器、無線傳輸器所組成，本研究使用的微控制器Arduino Nano如圖1所示，額定電壓5V、電流40mA，具有14組數位輸出、數位輸入埠及8組類比訊號輸入埠；溫濕度感應器AM2302如圖2所示，工作電壓3.5–5.5V、工作範圍濕度

0-100%RH、溫度-40~80℃、濕度精度±0.2%RH、溫度精度±0.5℃、濕度分辨率0.1%RH、溫度0.1℃；藍芽無線傳輸器如圖3所示，工作電壓3.3-6V、最大傳輸速度1Mbps、藍芽4.0BLE最大傳輸距離100公尺。感應器之軟體部分以Arduino Software (IDE)為開發介面編寫溫濕度感應器、藍芽無線傳輸器、微控制器之間資料接收與傳輸功能，如圖4所示。感應器模組通常置放於溫室室內，因此所有的組成元件必須置於具有防水防塵等級之裝置內以防溫室室內濕度過高時感應無法運作並提供電力供應，感應器模組封裝完成如圖5所示。

2.2 伺服器模組

伺服器由以單板電腦Raspiberry PI 2Model B為主體，硬體規格為CPU 900MHz、記憶體1GB、供電電壓5V、耗電量3W，具有40組通用型輸入輸出（GPIO，GeneralPurpose I/O）可以連結藍芽或Wi-Fi無線傳輸模組，如圖6所示。伺服器之作業系統Raspbian安裝於16G Micro SD記憶卡內並在該作業系統架構下以MySQL、Apache、PHP等工具架設資料庫與監控網頁，如圖7所示。為使伺服器得到較好的執行效能，將Raspiberry PI 的內存1GB記憶體只保留16MB給圖型顯示介面使用，其餘記憶體為系統執行所使用。由於系統之需電量僅為3W，因此伺服器之電源可以市電或高容量鋰電池供電，在網路傳輸方面，伺服器模組配合3G無線網路發送警示簡訊。

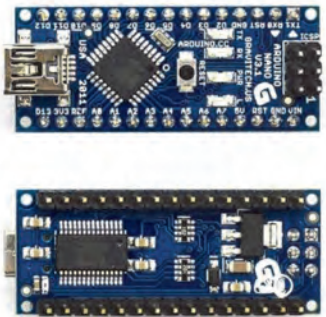

圖1 Arduino Nano微控制器

圖2 AM2302溫濕度感應器

圖3 藍芽傳輸模組

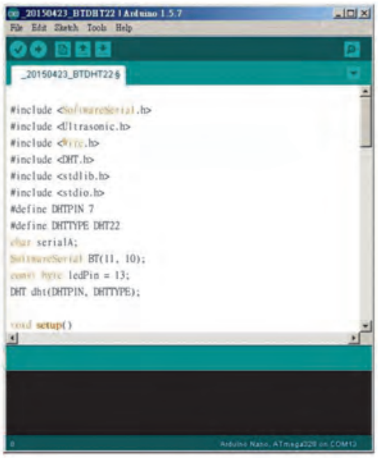

圖4 Arduino IDE

2.3 使用者介面

使用者介面以使用者現有之智慧手機或平板電腦作為監控螢幕，程式開發工具以Google 公司所推出的應用軟體App Inventor做為開發工具，此工具可開發Android 系列的智慧型裝置，包含智慧型手機與平板電腦，操作介面如圖8 所示。智慧型裝置以Wi-Fi 方式連接至伺服器，系統所有的設定包含伺服器運作狀態監控，溫、濕度監控與警示溫度設定值等功能，皆可透過智慧型裝置進行控制，為讓使用者方便操作，建議智慧型裝置螢幕至少有1280*720 pixels 以上解析度並配合內建無線通訊功能進行資料顯示、查詢、警戒值設定等監控工作。

三、結果與討論

本研究在通訊方面，感應器與伺服器端之無線傳輸可支援藍芽與Wi-Fi二種通訊方式；伺服器與使用者端主要以Wi-Fi作為傳輸方式，簡易型溫室環境監控系統使用者介面如圖9所示，以AM2302數位式溫、濕度感應器為例，至少可以接二組以上感應器，除了顯示即時

圖5 感應器模組封裝完成圖

圖6 伺服器模組

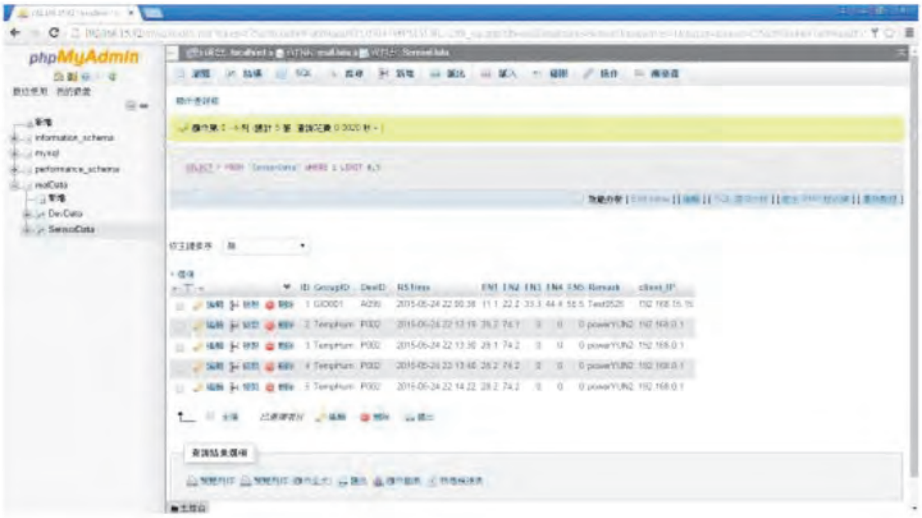

圖7　mysqladmin網頁介面

溫、濕度及歷史資料統計圖外，結合3G網路可以設定溫度警戒值，當感應器接收資料超過警戒值時可以即時發送簡訊通知使用者進行必要的措施。

四、結論

本系統經實際測試，以單板電腦Raspiberry PI為主體之伺服器連續運作超過三個月無當機記錄，累計接收資料超過160萬筆，可見應用開放資源設計溫室監控系統在未來應有相當大的發展空間。在後續研究部分，硬體方面建議規劃於將單板電腦Raspiberry PI封裝成可以使用太陽能發電板供電之裝置並提升硬體防水等級；軟體方面朝向結合其他研究計畫之經驗將作物生理參數與環境控制參數等資料內建於MySQL資料庫中以利後續應用。

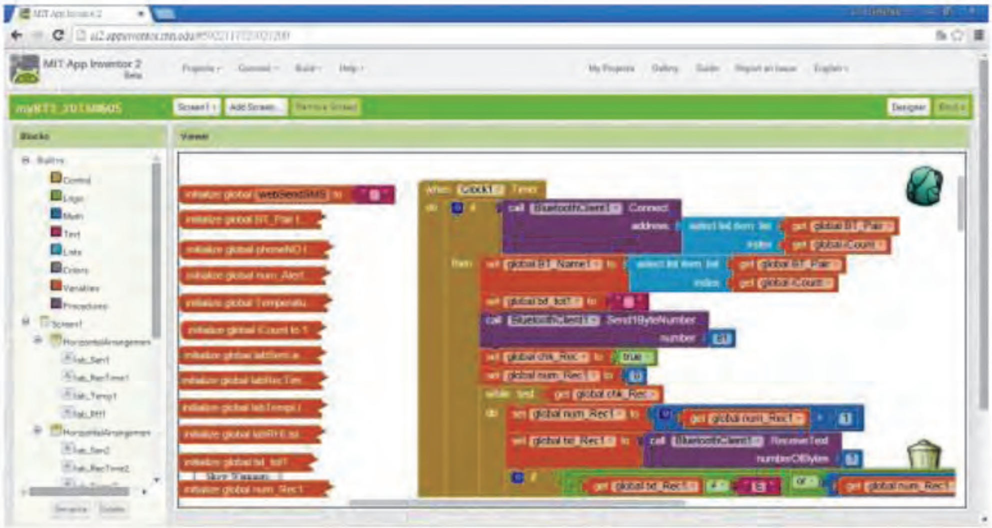

圖8 App Inventor操作介面

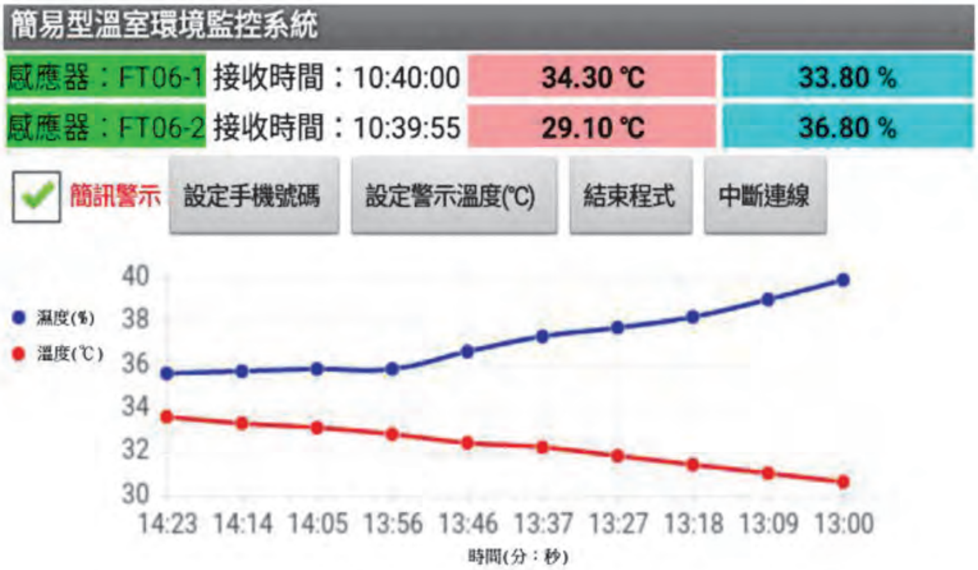

圖9 簡易型溫室環境監控系統使用者介面

五、參考文獻

1. 莊啟晃、黃藤毅、莊雯琇、林可凡。2015。Make:感測器：運用Arduino和Raspberry Pi感測的專題與實驗。碁峰出版社，台北、台灣。
2. 徐德發。2012。Arduino錦囊妙計。美商歐萊禮台灣分公司，台北、台灣。
3. 柯博文。2015。Raspberry Pi超炫專案與完全實戰。碁峰出版社，台北、台灣。

Research on Design of the Greenhouse Monitoring System by Application of Open Source

Chun-Jen Chen

Assistant Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

With the changes in consumption patterns, fruits and vegetables on the table is no longer just food to fill its belly. People pay attention to the issue of safety and healthy more and more. The Agricultural facilities are developed indirectly because consumers guide market trends. Environmental control is a key point of agricultural facilities to produce high-quality vegetables. The equipment of agricultural facilities includes not only hardware but also software. The monitoring systems is to expensive to burden. In recent years, science and technology popularization benefit from the open source and maker faire. It’s feasible to construct the technology of environmental control for monitoring system of green-house. This research proposed a simple environmental monitoring system which integrates the hardware (Arduino, Raspberry PI, sensors) and open source software (Apache、MySQL、PHP) in operating system, Raspbian, for Raspberry PI. Managers can receive the information of the monitoring system by the smart phone or tablet PC. This integrated system is possible to reach a comprehensive promotion by the convenience in cultivated management and the cost reduction.

Keywords: Environment Monitoring, Open Source, User Interface.